



日本語拗音の時間特性に関する事例研究

著者	松井 理直
雑誌名	トークス = Theoretical and applied linguistics at Kobe Shoin : 神戸松蔭女子学院大学研究紀要言語科学研究所篇
巻	24
ページ	27-44
発行年	2021-03-05
URL	http://doi.org/10.14946/00002247

日本語拗音の時間特性に関する事例研究

松井 理直

神戸松蔭言語科学研究所・大阪保健医療大学
michinao.matsui [at] ohsu.ac.jp

A case study of the temporal features of Japanese palatalized consonants

Michinao F. MATSUI

Shoin Institute for Linguistic Sciences, Osaka Health Science University

Abstract

日本語の開拗音に関する解釈には、“C^jV”, “CjV”, “CiV” という可能性が存在する。音韻情報としては、一般的に /C^jV/ と捉えられることが多い。音声情報としても、Nogita (2016) および Hirajama & Vance (2018) は [CjV] という構造が妥当である根拠を提出している。本研究では、コーパスや調音運動に関する生理学的データの性質から、拗音の音声情報について検討を行った。測定の結果、先行研究と同じく開拗音は [CjV] 構造を持つと考えるのが妥当と考えられる。

This study examines whether the yoo-on (拗音) in Japanese is the palatalized singleton [C^j], the consonant-glide sequence [Cj] or the diphthong [CiV] from the view point of the lip shapes and the articulatory movements of the tongue. The results show that the yoo-on has the [CjV] structure.

キーワード: 拗音、日本語話し言葉コーパス、口唇形状、エレクトロパラトグラフィ

Keywords: palatalized consonants, Corpus of Spontaneous Japanese (CSJ), lip shapes, Electropalatography

1. 研究の目的

開拗音の存在は、日本語の音節構造やモーラの構造を考える上で1つの鍵となる現象である。まず「しゅ」「しょ」といった開拗音は、捨て文字を含む仮名二文字で書かれるが、1モーラからなる軽音節を成す。これは、「立秋の 雲の動きの なつかしき」「山

寺に 避暑の命を 托しけり」「何もなき 床に置きけり 福寿草」といった俳句が定型の五七五のリズムを持ち、字余りを持たないことから伺える。また、漢語や借用語では「即／職」「カット／キャット」のように直音と開拗音はモーラ・音節として音韻的な対立を持つ。

これらの点から、開拗音の音節構造・モーラ構造について、いくつかの可能性が考えられる。まず、もし開拗音が硬口蓋化要素を持つ単独の子音であるとするならば、日本語の頭子音に子音連鎖は存在しないと言ってよい。これに対し、開拗音が子音＋介音という構造を持っているのであれば、介音の位置づけが問題となろう。介音が頭子音の一部であるなら、限定的であるとはいえ、日本語において頭子音の子音連鎖が [C+j] という形で許されることになる。一方、介音が音節構造のピークに位置づけられるのであれば、介音は母音として位置づけられるものであるため、日本語に /ie/, /iu/, /io/ といった上昇二重母音を認めなければならない。

本稿では、日本語拗音のうち、カ行／キャ行、タ行／チャ行における時間特性について、「単独子音 ([CⁱV])・子音連鎖 ([CjV] ほか)・上昇二重母音 ([CiV])」という可能性の中で「音声的」にどの構造が最も妥当なのか、コーパスおよび生理学的指標を用いた検討を行う。結論として、いくつかの先行研究と同じく拗音は音声的にも [CjV] という子音連鎖の構造を持つと考えるのが妥当であることを述べる。

2. 本研究に関わる先行研究

2.1. 日本語のモーラタイミングについて

日本語音声は、少なくとも心理的にモーラに関する等時性を持つ。また、音響的な物理時間としてのモーラタイミングも、厳密なものではないものの、ある程度の等時性は観察可能である。こうした日本語の物理的なモーラタイミングの中で、最も重要な特性として考えなければならない点は、頭子音と後続母音間にある程度の補償作用が生じることであろう。この点について、筆者が個人的に収集している音声データの物理的な持続時間を図1に示しておく。

図1からも見て取れるように、物理的なモーラ等時性は絶対的なものではない。しかし、無声破裂音／有声阻害音／共鳴音といった子音のグループ間では、物理的な持続時間という点でもかなり精度のよいモーラ等時性が成立していることが分かるであろう。さらに、頭子音が長ければ後続母音が短めで、頭子音が短ければ後続母音が長めになるという、頭子音と後続母音の間に生じる補償効果も、傾向として成立していることが分かる。ただし、サ行モーラだけはこの傾向から統計的に明確な違いを持つ。すなわちサ行モーラだけは、頭子音の持続時間が長く、かつ後続母音の持続時間も長い。これは日本語の無声摩擦音の時間特性を考える上で注意しなければならない点であろう。

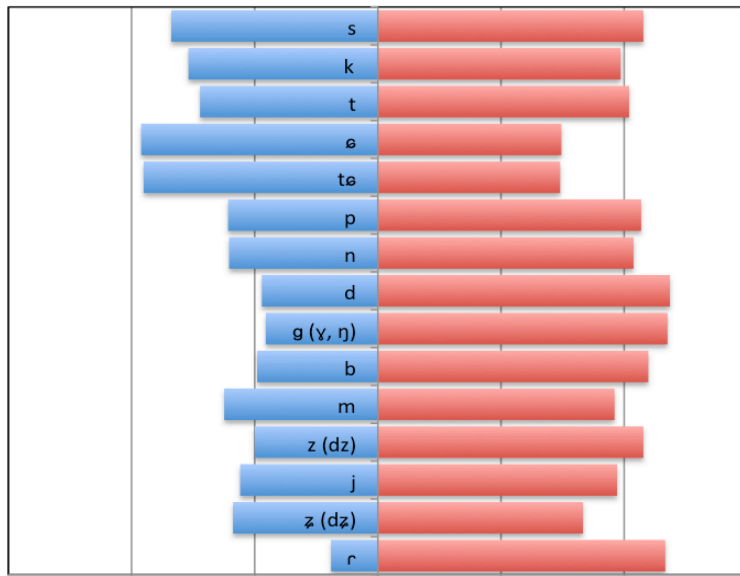


図 1: 日本語音声におけるモーラタイミングと補償作用の一例

2.2. 開拗音の音韻表示に関する先行研究

次に、日本語の拗音についての先行研究を概観しておく。McCawley (1968), Vance (2008), 窪蘭 (1998), 益子 (2009) を始めとした多くの研究が、日本語拗音の音素構造として /子音+ヤ行子音/ の構造を考えている。すなわち、カ行の音素 /k/ に対してキャ行は /kj/, ナ行の音素 /n/ に対しニャ音は /nje/ という音素表示を持つと見なす。ただしチャ行・シャ行・ジャ行に関しては、窪蘭 (1998) が「拗音」という体系を重視した /tj/, /sj/, /zj/ という構造を考えているのに対し、Vance (2008) は /tɕ/, /ɕ/, /z/ という /j/ を介入させない音素表示を提案した。これは、他の拗音がエ段をほぼ許していないのに対し、借用語という語種に限るとは言え、「チェック」「シェイク」「ジェット」のようにチャ行・シャ行・ジャ行がエ段の生起を許すという理由に依る。また 斎藤 (2006) などでは、拗音の性質として Cj という子音連鎖の構造と C^j という硬口蓋化した単子音が併記されており、どちらの性質が妥当であるかは明確にされていない。

これに対し 服部 (1954) は、直音と拗音の対立を母音の違いに帰着させた。例えば、/ka/ というカ音の音素表示に対し、キャ音は /kã/ という前舌化した母音の音素表示を持つ。事実、国立国語研究所 (1990) による日本語調音の X 線動態を見てみると、キャ音やキュ音における母音の調音位置は直音に後続する母音の調音位置よりも若干前方に偏っていることが見て取れる。

2.3. 開拗音の音声的性質に関する先行研究

開拗音の音声的性質については、Nogita (2016) による日本語とロシア語の比較対照研究が非常に重要であろう。彼の研究は、直音／開拗音の最小対を持つ検査語を実際に発音させ、その子音部の持続時間を計測したものである。その結果、日本語については、開拗音を含むモーラの持続時間が直音を持つモーラの持続時間に対して統計学的に有意に長いことが確認された。これに対し、ロシア語については、硬口蓋化した子音を含む音節の持続時間は非硬口蓋化子音を持つ音節の持続時間に対し有意差がないことが多いという。また Nogita は無声子音に挟まれた狭母音ウ音の無声化率についても検討を行い、拗音に後続するウ音の無声化率が直音に後続するウ音の無声化率に対し有意に低いことを示した。こうした傾向は、Hirayama (2018) の研究の中でも再確認されている。

これらの研究結果は、ロシア語の硬口蓋化した子音が /Cʲ/ という singleton であるのに対し、日本語の開拗音が単一子音ではなく、/Cj/ という複合的な子音であると仮定すると矛盾なく説明が付く。すなわち、開拗音は /j/ 要素を持つ分だけ直音よりも子音部の持続時間が長くなる傾向を示す。また、開拗音は /j/ 要素の無声化過程が余分に加わるが故に、「無声子音に挟まれた」狭母音の無声化率が低下すると考えられる。ただしこうした解釈は、開拗音が複合要素であることを支持するものの、その複合要素が子音連鎖 [CjV] なのか、あるいは上昇二重母音 [CiV] なのかといった点には依存していない点に注意されたい。この点を明らかにするため、まず『日本語話し言葉コーパス』を用いて、カ行／キャ行、タ行／チャ行における直音と開拗音の時間特性について検証してみよう。

3. 日本語話し言葉コーパスを用いた検証

3.1. 日本語話し言葉コーパス

国立国語研究所 (2006) による『日本語話し言葉コーパス (Corpus of Spontaneous Japanese; CSJ)』は、国立国語研究所・情報通信研究機構 (旧通信総合研究所)・東京工業大学によって共同開発された日本語音声に関する大規模音声コーパスである。学会発表などにおける 3302 講演分の音声データ (モノログと対話) が収録されており、質・量ともに世界最高水準の音声データベースであろう。データ情報は、wav ファイル形式の音声データと共に、転記テキスト・形態論情報・係り受け構造・分節音ラベル・イントネーションラベルといった詳細な言語情報が提供されている。本研究では、こうした情報のうち、分節音ラベルとその時間情報を分析対象に用いた。

3.2. 分析対象

本稿では直音／開拗音の対立のうち、「句頭」以外におけるカ行／キャ行、タ行／チャ行に分析対象を絞り込む。このように調査対象を限定した理由は、カ行／キャ行、タ行／チャ行以外の日本語分節音において、統計分析の際に様々な要因が複雑に絡んでしまうことが挙げられる。例えば、パ行／ピャ行はもともと生起頻度が低い上に、撥音・促音に後続する環境といった音韻的な生起環境や語種の影響を強く受けてしまう。したがって、カ行／キャ行、タ行／チャ行などを用いた研究で開拗音の音声条件を絞り込めてか

ら、バ行／ピャ行の分析を行うことが望ましい。またサ行子音については、前述したように、日本語におけるモーラタイミングという観点において、特異な性質を持っていると考えられるため、これも今回の分析対象からは外しておく。一方、有声阻害音については句頭／撥音後／母音間といった音韻環境に基づく弱化要因を考慮しなければならない。

これに対し、カ行／キャ行の対立はこうした要因を受けにくく、また音韻的な条件変異も考えなくてよいため、開拗音の音声的特徴を分析しやすい。これにタ行／チャ行を分析対象に加えたのは、調音方法・調音位置に関する要因について一定の知見が得られるためである。なお、「句頭」における無声破裂音・無声阻害音は閉鎖区間の同定が困難であるため、今回の分析対象からは外しておく。

3.3. CSJ における無声破裂音・無声破擦音の分節情報

ここで、『日本語話し言葉コーパス』の分節音情報に基づいて開拗音の性質を考える場合、カ行／キャ行、タ行／チャ行といった無声破裂音・無声破擦音は分析に有利な特徴を持つ。すなわち CSJ のタグ付けにおいて、無声破裂音・無声破擦音は必ず無声閉鎖区間に <cl> というタグが振られ、後続する母音にかけて生じる(声帯振動を持たない)帯気音区間には“k”, “ky”といったタグが振られている。言うまでも無く、母音部は“a”, “i”といったタグを持つ。本研究では、CSJ におけるこれらのタグ情報を手がかりに、各要因の時間情報を組み合わせながら統計的な検定(t 検定および ImerTest パッケージを用いた線形混合モデル分析)を行い、直音／開拗音の時間情報における最も基本的な性質を取り出すことを目指す。

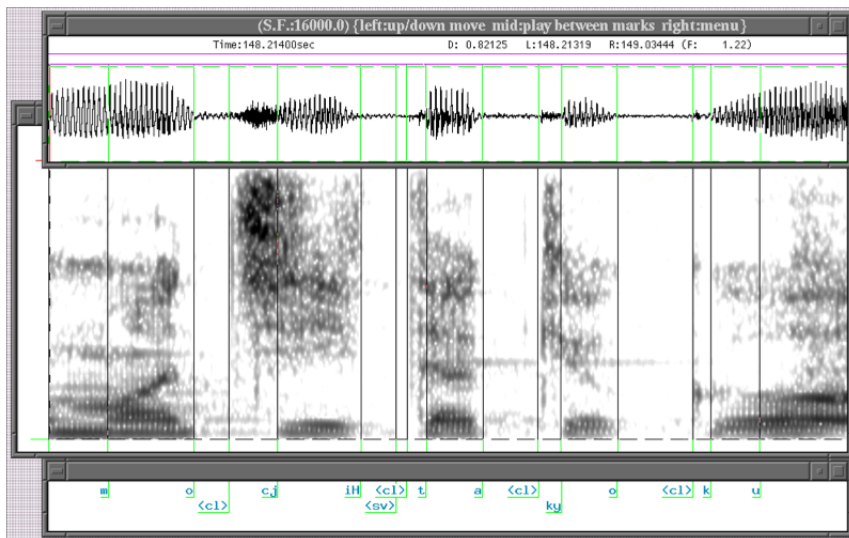


図 2: 日本語話し言葉コーパスにおけるタグ付けの例

3.4. 結果1：カ／キャにおける持続時間の特性

本節以下では、分析結果を後続母音ごとに分けて簡単に記述しておく。まず、直音カ／開拗音キャにおける持続時間の特性を図3に示す。実時間としては、「カ」のモーラ持続時間よりも「キャ」のモーラ持続時間のほうが若干短いように見えるが、両者の間に統計的な有意差はない ($p>.11$)。一方、モーラ内部のパラメータについて見てみると、閉鎖区間には統計的に有意差がない ($p>.13$) のに対し、帯気区間 ($P<.01$) および母音持続時間 ($p<.02$) には統計的な有意差が存在する。

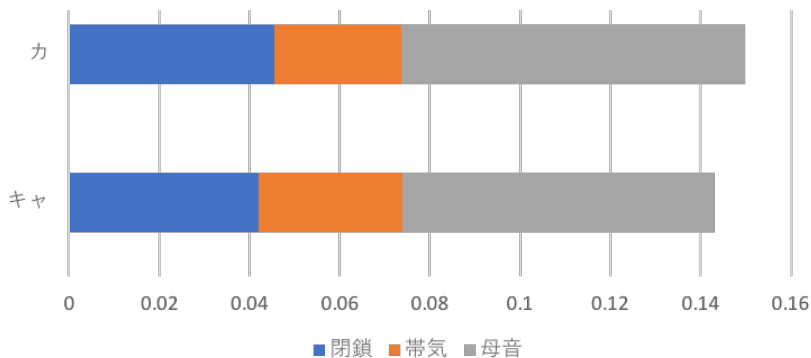


図3: 直音カ／開拗音キャにおける持続時間の特性

次に、「カ」と「キャ」を持続時間の性質のみを用いて最もよく線形分離可能なパラメータを探索的に検討した。用いたパラメータは以下の通りである。

1. 閉鎖区間の持続時間のみ。
2. 帯気音区間の持続時間のみ。
3. 母音区間の持続時間のみ。
4. 閉鎖区間＋帯気音区間の持続時間。
5. 閉鎖区間＋母音区間の持続時間。
6. 帯気音区間＋母音区間の持続時間。
7. モーラ全体の持続時間。

このうち、「カ」と「キャ」の弁別に最も有効な時間的パラメータは、閉鎖区間＋帯気音区間の間に生じる補償効果であった。すなわち、閉鎖区間の時間が長く、帯気音区間の時間が短いほど「カ」である可能性が高い。また、帯気区間と母音持続時間の間にも若干の補償効果による弁別力が認められるが、閉鎖区間と帯気区間との間に生じる補償効果よりもはるかに弱い。なお、「閉鎖区間 v.s. 母音区間」「閉鎖区間＋帯気音区間 v.s. 母音区間」「閉鎖区間 v.s. 帯気音区間＋母音区間」の間に生じる時間的な関係は、「カ」と「キャ」の弁別にほとんど貢献していないことも確認できた。

この結果は、『日本語話し言葉コーパス』のデータ解釈において以下のような知見をもたらす。すなわち、少なくとも無声破裂音についていえば、“k”, “ky”といったタグの振られた帯気音区間は子音の一部である可能性が高い。そしてこの性質は、開拗音である「キャ」を [kie] という上昇二重母音として捉えるのは不適切であることを示す。すなわちキャ音は、硬口蓋化した単一の頭子音である [kʲe] か、あるいは頭子音における子音連鎖 [kje] や [kɕe] を持つと見なすのが妥当である。さらにこのうち、キャ音の子音を硬口蓋化した単一の頭子音を持つ [kʲe] と捉えたと、直音 [ke] との関係において、閉鎖区間と帯気音区間が補償効果を持つこと、すなわちキャ行子音のほうが閉鎖区間が短く、帯気音区間が長い傾向を持つことを適切に説明できない。この結果、キャ音は頭子音における子音連鎖 [kje] や [kɕe] を持つと解釈するのが最も妥当である。この知見は、次に述べるク／キュ、コ／キョにおいても同様に成り立つ。

さらにこうした性質は、日本語のカ行子音・キャ行子音が「開放区間を持つ」調音動態である「破裂音」ではなく、「閉鎖音」である可能性が高いことを示す。つまり、カ行子音・キャ行子音における [k] 音は積極的な「開放」という調音的性質を持たない。カ行子音・キャ行子音の開放区間は、[k] 音に後続する閉鎖性を持たない分節音、すなわち後続母音や接近音 [j] あるいは摩擦音 [ç] によってもたらされるものと考えられる。このことは、「一家」の促音部における [k] 音が開放区間を持たないことから支持される性質であろう。

3.5. 結果2：ク／キュにおける持続時間の特性

次に、直音クと開拗音キュの時間的性質についても簡単に述べておく。図4に、ク／キュにおける持続時間の特性を示す。両者の比較においても、モーラ全体の持続時間や閉鎖区間の持続時間などに統計的な有意差は存在しない。そして、「ク」と「キュ」の弁別に最も有効な時間的パラメータは、やはり閉鎖区間＋帯気音区間の間に生じる補償効果である。

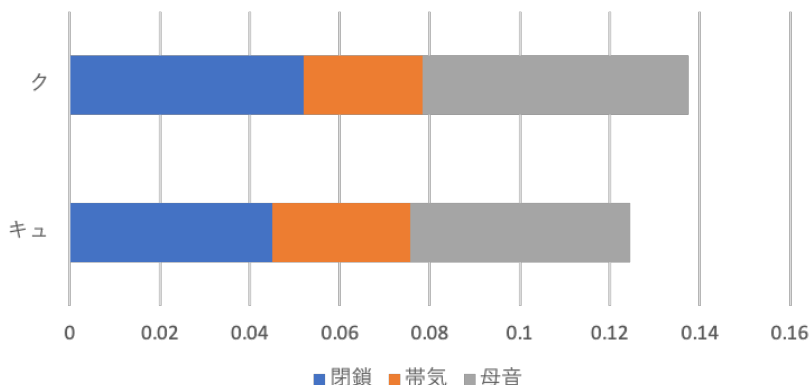


図4: 直音ク／開拗音キュにおける持続時間の特性

3.6. 結果3：コ／キョにおける持続時間の特性

同様に、直音コと開拗音キョにおける持続時間の特性の違いについても、閉鎖区間＋帯気音区間の間に生じる補償効果が両者の弁別に最も有効な時間的パラメータである点に違いはない。ただ、統計的に有意ではないものの、母音の持続時間が開拗音「キョ」のほうが若干長くなっており、これはカ／キャ、ク／キョの対立と異なった性質である。この要因については、定量的な調音モデルの観点から、また稿を改めて議論してみたい。

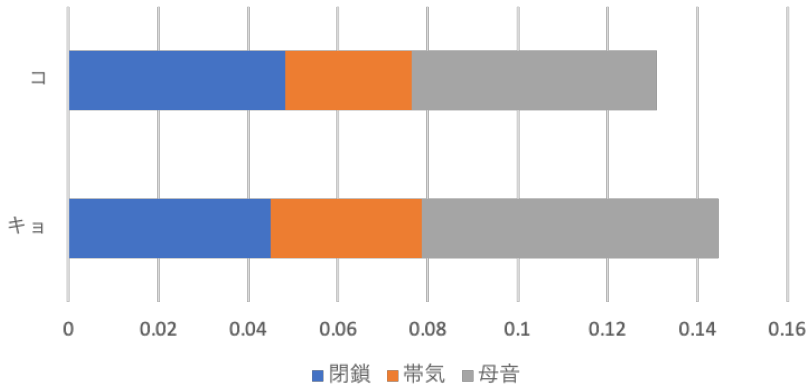


図 5: 直音コ／開拗音キョにおける持続時間の特性

以上の結果から、キャ行については [kiV] という上昇二重母音や硬口蓋化した単一の頭子音を持つ [kʲiV] と解釈するのは妥当ではなく、頭子音における子音連鎖 [kʲjV] あるいは [kʲçV] の性質を持つと見なした方が妥当であることが確認できた。次に、タ行子音とチャ行子音を比較することによって、閉鎖音＋摩擦音の子音を持つ性質について検討してみよう。

3.7. 結果4：タ／チャにおける持続時間の特性

まず、タ音とチャ音の対立では前者が閉鎖子音を持つのに対し、後者が破擦子音を持つという点が最大の特徴である。ここで図6に、両者の時間特性の違いを示す。モーラ全体の持続時間についていえば、タ音よりもチャ音のほうが有意に長い。また、閉鎖区間、摩擦・帯気区間、閉鎖＋摩擦・帯気区間についても統計的に有意差が存在する。一方、後続する母音の持続時間には有意差が観察されない。(p=0.563)

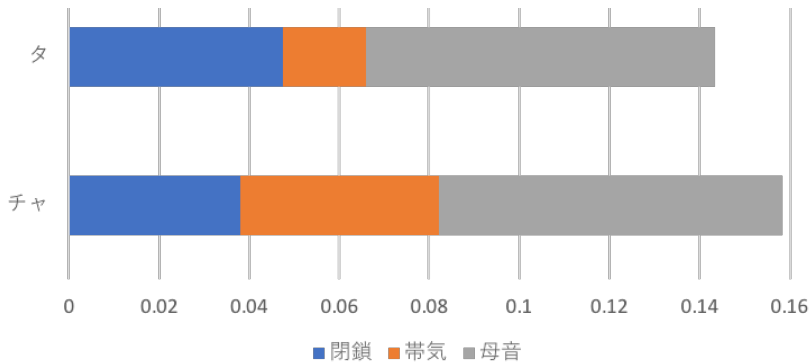


図 6: 直音タ／開拗音チャにおける持続時間の特性

チャ音については、子音持続時間と母音持続時間、閉鎖区間と母音持続時間の間に補償効果が観察されず、無声摩擦区間と母音持続時間の間には極めて弱い補償効果が観察されるのみであった。しかしその効果は、タ音の帯気音・母音間の補償効果以上に弱く、統計に有意な交互作用ではない。このことは、日本語の破擦音における閉鎖区間と無声摩擦区間は連動しておらず、独立して制御されていることを示す。この性質は、日本語の破擦音を考える上で興味深い。

一般的な国際音声記号における調音方法の解釈では、破擦音は破裂音の変異と見なす。すなわち、破裂音が急速な開放区間を持つのに対し、破擦音は破裂音の開放区間が緩慢になった調音動態として解釈される。しかし、日本語では破擦音の閉鎖区間と無声摩擦区間が独立して制御されていると思われることから、破擦音は閉鎖音＋摩擦という分節音の連鎖である可能性が高い。

さらに、破擦音は閉鎖音＋摩擦という分節音の連鎖と考えた場合、摩擦部は高い自立性を持つ。これは、カ行／キャ行子音の開放区間には見られない性質である。このことは、逆にいえば、キャ行の頭子音における子音連鎖が $[k\check{\varsigma}V]$ でないことを暗に示す。したがって、キャ行の頭子音における子音連鎖は $[k\check{j}V]$ と考えるのが最も妥当ということになろう。

3.8. 結果5：ツ／チュにおける持続時間の特性

調音方法に違いを持つタ／チャの対立に対し、直音「ツ」と開拗音「チュ」はいずれも破擦音という同一の調音方法を持つ。両者の時間特性を図7に示す。ツ／チュの対立においては、全て要因における持続時間について統計的な有意差が存在しない。特に、閉鎖部や母音部は極めて類似した時間特性を持つ。ただし、統計的に有意ではないが、破擦音の摩擦部にはかなりの違いが見られ、破擦音 $[ts]$ における摩擦部 $[s]$ の持続時間はかなり長い。日本語の破擦音が閉鎖音＋摩擦という分節音の連鎖であるとするなら、2.1節で述べた日本語の $[s]$ 音が持つ特異な性質に起因している可能性がある。この点については、稿を改めて議論してみたい。

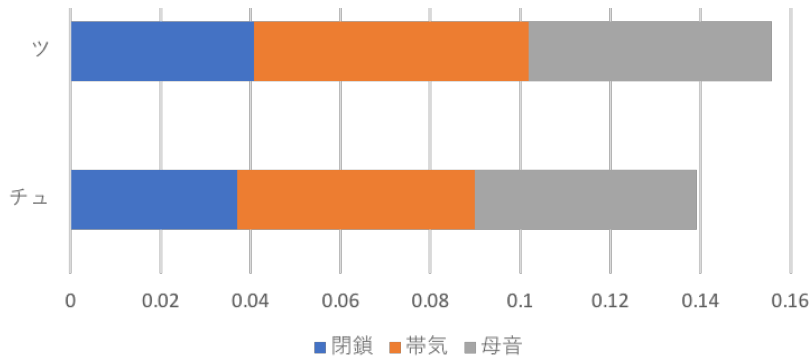


図 7: 直音ツ／開拗音チュにおける持続時間の特性

3.9. 結果6：ト／チョにおける持続時間の特性

最後に、ト音とチョ音の違いについて見ておこう。タ／チャの対立同様、ト／チョの対立でも前者が閉鎖子音であるのに対し、後者が破擦子音を持つ。そして、タ／チャにおける持続時間の性質と同じく、ト／チョの対立においても、モーラ全体の持続時間、閉鎖区間、摩擦・帯気区間の持続時間の全てにおいて統計的に有意差が観察される。図 8 に、両者の時間特性の違いを示す。

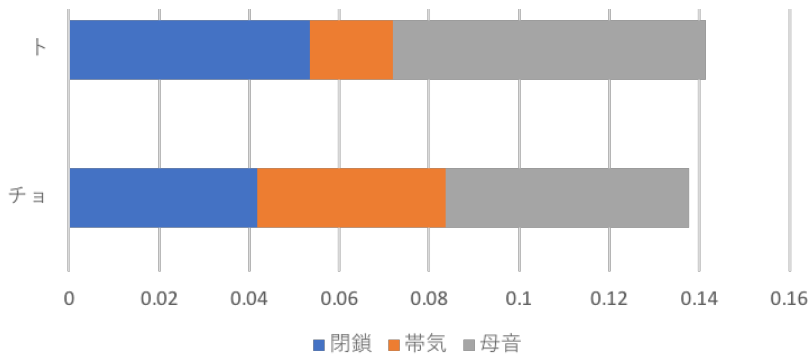


図 8: 直音ト／開拗音チョにおける持続時間の特性

なお、タ／チャと異なり、ト／チョの対立では母音の持続時間にも有意差が存在する。コ／キョの場合と同じく、これはオ音の性質に起因する可能性が高い。この点については、定量的な調音モデルに基づく考察が必要であるため、別稿で改めて考察を行う予定である。

4. 口唇形状の観測

4.1. Vowel-to-Vowel Coarticulation

次に、直音と拗音における生理学的な特徴についても見ておこう。音声発話時に観測される調音結合は隣接する分節音間で起こることが多いが、Ohman (1966) は、自然な発話時に隣接する音節間における母音同士が干渉して調音結合が起こることを見いだした。こうした現象を母音間調音結合 (Vowel-to-Vowel coarticulation) と呼ぶ。母音間調音結合の性質は、Fujimura (1992), Fujimura (2002), 藤村 (2007) による定量的な調音動態モデルである C/D モデルでも重要な役割を果たしている。例えば、軟口蓋音である [ke] 音を繰り返して発音した場合、後舌面は大きく動くが、口唇や下顎はほとんどア音の状態から変動しない。

母音間調音結合の重要な点は、これが音節間における調音結合と考えられる点にある。例えば接近音である [j] 音は調音動態として母音である [i] 音に比較的近い性質を持っているが、[jo] 音や [ju] 音を繰り返し発音した場合、[o] 音や [u] 音に相当する母音間調音結合が生じるのであり、そこに母音 [i] に近い効果を持つ調音結合は生じにくい。

この性質から、拗音を含む音節における母音間調音結合のパターンを調べることで、開拗音における硬口蓋要素が子音に属しているものなのか、あるいは母音 [i] として存在しているのかといった問題に関する傍証が得られるはずである。すなわち、母音間調音結合が [i] に近い性質を持っているのか否かを調べればよい。

4.2. 実験方法と実験結果

関西方言話者男性 10 名、女性 3 名に対し、カ行およびキャ行の調音を連続で行わせた。検査語は無意味音列で、母音についてはカ行では全ての母音を、キャ行ではア音・ウ音・オ音を全ての組み合わせている。口唇形状の測定は、上唇中央部と下唇中央部および左右口角部に光学センサーを取り付け、サンプリング周期 2ms で垂直方向および水平方向のデータを取得した。データの処理は、被験者によって口唇の大きさが異なるため、ア音における口唇の開きを基準にし、被験者のデータを標準化した上で、集計を行っている。なおウ音に関しては、単独発話で唇の突出が認められた被験者 4 名を別データとした。

口唇形状の測定結果を図 9、図 10 に示す。唇の突出を持つ [u] 音を除き、カ行子音部における口唇形状とキャ行子音部における口唇形状のパターンに有意差はほぼ認められない。このことは、拗音の硬口蓋要素が母音として存在しているのではなく、子音として機能していることを示唆している。すなわち Nogita (2016), Hirayama (2018) の研究と同様に、口唇形状の観点から言っても、開拗音の音声情報は [CiV] ではなく、[CⁱV] か [CjV] のいずれかと見なしてよい。

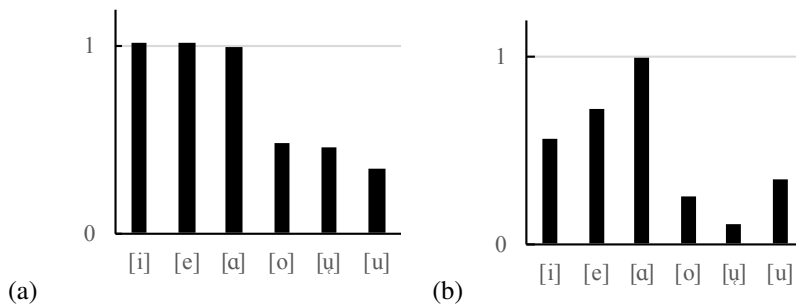


図 9: (a) カ行子音部における口唇水平方向, (b) カ行子音部における口唇水平方向

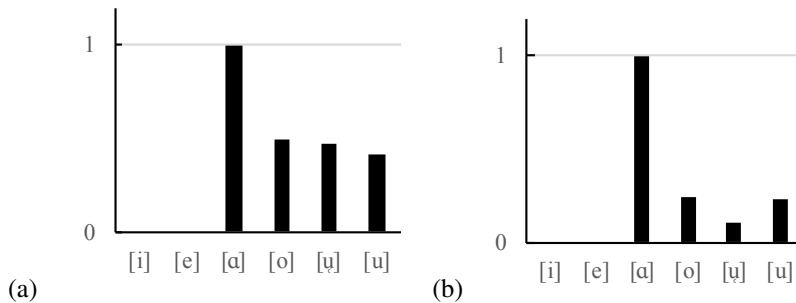


図 10: (a) キヤ行子音部における口唇水平方向, (b) キヤ行子音部における口唇水平方向

5. EPG を用いた口腔内舌動態の測定

次に、開拗音の音声情報は直音が単に硬口蓋化した [C^jV] なのか、あるいは子音連続 [CjV] なのかという問題について、エレクトロパラトグラフィ (EPG) を用いた口腔内の舌運動動態について測定を行った。

本研究で用いた EPG の人工口蓋床は、各個人ごとに、その口蓋の大きさに合わせて個別に作成されたもので、異なる話者の調音位置を比較検討できるよう、電極位置が標準化されている。この標準化された人工口蓋床の電極点と音声学的な調音位置との関係を図 11 に示す。図から分かる通り、前後方向の調音位置については、歯茎 2 列、後部歯茎 2 列、硬口蓋 3 列の分解精度で計測が可能である。軟口蓋に調音点を持つ子音については、EPG のみならず、口蓋や舌に測定器を取り付ける計測技法では一般に測定が難しい。ただしこの軟口蓋についても、硬口蓋との境界に近い 1 列については測定ができるようになっている。したがって、軟口蓋音の [k] 音についても完全な測定は困難であるにせよ、ある程度の動態測定は可能であるし、硬口蓋化した [k^ji] 音については明確な接触のパターンを確認できる。

調音位置の指標となる前後方向の EPG データに対し、口腔の横方向における接触パターンは、側面部の狭窄 (lateral constriction) も含め、子音の調音における狭窄の程度を

推測する指標となる。この冠状面に関する EPG データについては、歯茎最前列を除き、8 点の分解能で計測を行う。最前列については 6 点の分解能を持っており、歯茎から軟口蓋前部まで計 62 点 (片側 31 点ずつ) の電極が配置され、調音動態のデータを計測できる。各電極は幅 1.4mm, 厚さ 0.7mm の銀製のもので、各電極に 0.1mm のエナメル線を配線し、そのエナメル線を束にして口角部から外部に引き出すことで口唇を用いる調音にも支障が生じにくいよう工夫されている。

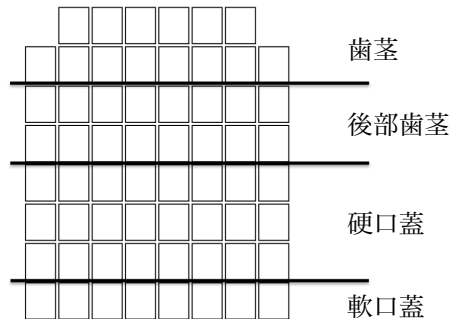


図 11: IPA 記号の調音位置との対応

5.1. 実験方法と実験結果

実験は被験者 4 名 (東京方言女性 1 名、関西方言女性 1 名、関西方言男性 2 名) に対し、EPG と口腔用マイクを装着し、刺激語をランダムに 5 回ずつ発話させる形で行った。刺激語は、直音と開拗音およびや行子音を持つもののミニマルペアとなる「格・客・気悪」「項・今日・既往・紀要」などを用いている。EPG データは、4 名の被験者に対し人工口蓋床を各被験者ごとに用意し、サンプリング周期 10 ms で収集した。この人工口蓋床は山本一郎氏によって調音への負担が最小限になるように開発され、電極位置は被験者間の違いがなるべく出ないように標準化されている。なお、EPG データの収録は、Bluetooth 経由でタブレット端末を用いて行った。

測定結果として、まず「格・客・規約」の EPG 遷移パターンを図 12 に示す。「格」の場合は [k] 音に硬口蓋化が起こっていないため、図 12(a) に見るように、EPG パターンの最後列部に相当する軟口蓋最前列に完全な接触が認められるのみで、硬口蓋部分には側面狭窄などが一切観察されない。これに対し、「客」「気悪」の場合は図 12(b), (c) から分かる通り、最初の k 音部分で軟口蓋部から硬口蓋部にまで「完全」接触パターンが広がっており、いずれも硬口蓋化した軟口蓋「破裂」音である [k] 音になっていることが見て取れる。すなわちしばしば言われる通り、カ行イ音の子音とキャ行の子音に定性的な音声情報の違いはないと言ってよいだろう。両者の違いは、「完全」接触パターンを失った後に硬口蓋部の側面狭窄のみが残っている持続時間であり、言うまでもなく「客」より「気悪」のほうが硬口蓋部の側面狭窄が残る時間が長い。

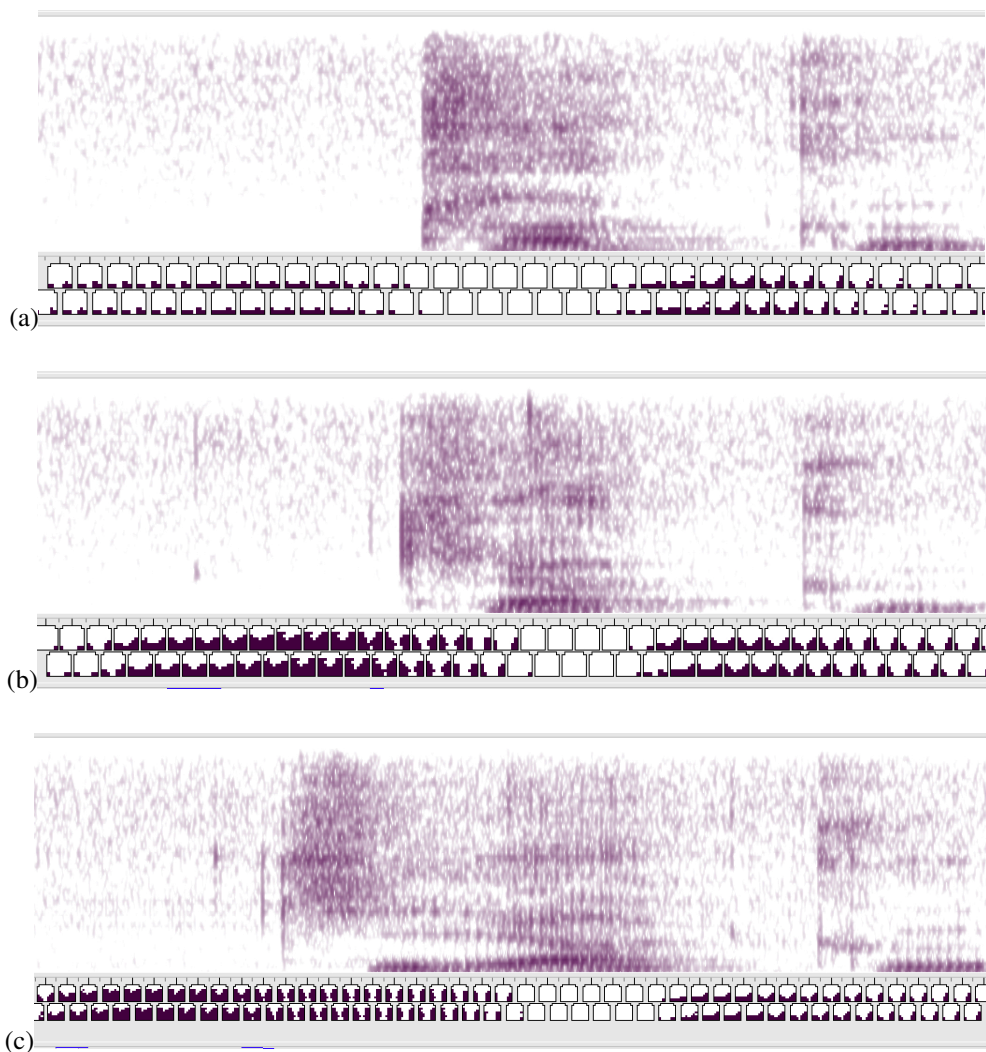


図 12: 「(a) 格」「(b) 客」「(c) 気悪」の EPG 遷移パターン

しかしここで重要なことは、「客」でも「気悪」でも「完全」接触パターンを失った後に硬口蓋部の側面狭窄のみが残っている点にある。「気悪」において硬口蓋部の側面狭窄のみが残るのは母音 [i] 音のためであると説明が付く。それに対し、「客」においても硬口蓋部の側面狭窄のみが残るのは、明らかに母音 [e] 音のためではない。このことは、キャ音の子音が単に硬口蓋化した [k] という一つの子音なのではなく、[kj] という子音連続と見なした方がよいことを示唆している。

軟口蓋音に母音 [o] 音が後続する「項・今日・既往・紀要」でも、同様の現象を確認しておこう。これらの語における EPG 遷移パターンを図 12 に示す。図 12 (a) の「項」における EPG 遷移パターンでは、硬口蓋部分に側面狭窄は全く観察されない。なお図 12

(a)における EPG パターンの最後列部に「完全」接触パターンが観察されないのは(最後列中央部に抜けがあるのは)、母音が最も後舌となる [o] 音の効果によって、軟口蓋最前列より後方に完全な閉鎖が起こるためである。これに対し、図 12 (b), (c), (d) では、いずれも軟口蓋から硬口蓋までの広い範囲で EPG パターンの完全な接触が観察されており、図 12 (a) の EPG パターンと大きく違う。すなわち、いずれも語頭の子音は硬口蓋化した軟口蓋音 [kʲ] であるといつてよい。

しかし同じ [kʲ] 音といっても、細かな時間遷移パターンを見ると、図 12 (b), (c), (d) では異なる点も観察される。まず言うまでもなく、「紀要」では EPG の完全接触パターン後に続く硬口蓋部における側面狭窄が長く続く。これは母音 [i] に続いて接近音 [j] が存在している効果である。また、その他に気がつく違いとして [kʲ] 音の完全接触パターンを作るまでの遷移パターンを挙げることができよう。各図における左端付近の EPG 遷移パターンに注目されたい。カ行イ段の子音を語頭に持つ図 12 (c), (d) では、EPG 遷移パターンの開始部から、硬口蓋部に接触パターンが現れ始めている。これに対しキャ行子音を語頭に持つ図 12 (b) では、まず軟口蓋部から接触パターンが起こり始め、その後に接触パターンが硬口蓋部まで広がっていく。つまり、キャ行子音の [kʲ] 音とカ行イ段における [kʲ] 音は定性的には同一のものと見なせるかもしれないが、実時間遷移という定量的性質としては違いを持ち得る。

この違いは、Fujimura (1992), Fujimura (2002), 藤村 (2007) による C/D モデルなどでうまく説明が付く。C/D モデルは、母音が調音運動の大局的基底状態を作り、その上に子音が局所的な影響を与えると見なす。カ行イ段の場合なら、母音である [i] 音が大局的な基底状態を成し、その上に局所的に [k] 音の性質が重畳するため、子音は結果的に硬口蓋化すると共に、硬口蓋の性質が音節当初から出現しやすい。一方、キャ行音が [kʲe] あるいは [kʲo] という構造を持っている場合、大局的基底状態は [e] 音 か [o] 音が作ることになるが、頭子音自体が硬口蓋化した性質を持っているため、やはり硬口蓋の性質が音節当初から出現することを予測する。しかし、キャ行音が [kje] あるいは [kjo] という構造を持っている場合には、音節の頭子音が子音連鎖を成しており、その中で硬口蓋子音である [j] 音が先頭にあるわけではないため、音節当初から硬口蓋の性質が出現するとは限らない。その一方で、図 12 (b) の「完全」接触パターンから舌が離れていく運動を見ると、軟口蓋部の閉鎖から消失していき、硬口蓋における側面狭窄だけが残っていく運動を観察できる。この調音動態も [kje] あるいは [kjo] という構造を考えると、C/D モデルで説明が付く。

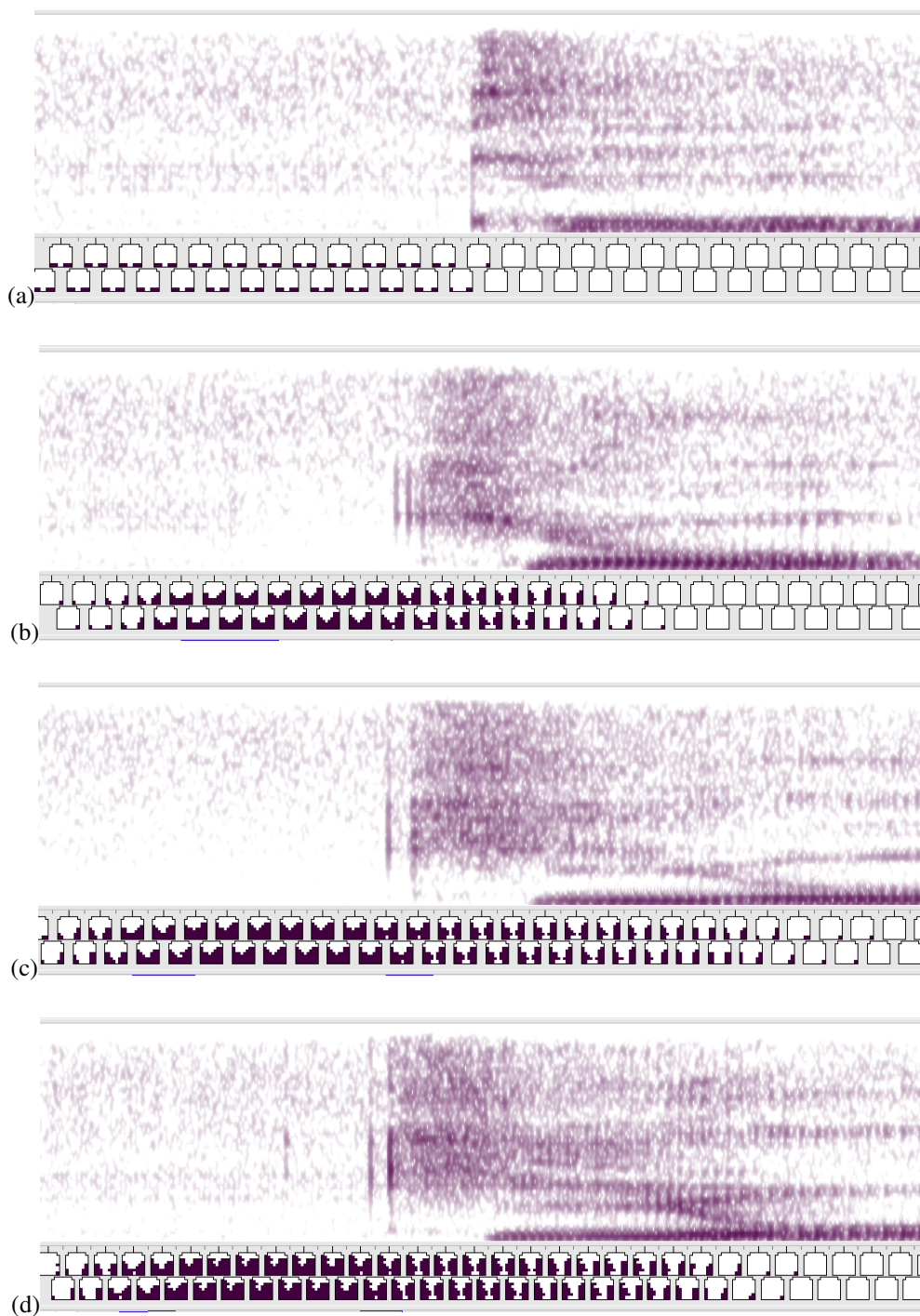


図 13: 「(a) 項」「(b) 今日」「(c) 既往」「(d) 紀要」の EPG 遷移パターン

6. まとめ

本研究では、『日本語話し言葉コーパス』を用いた持続時間の研究、およびいくつかの生理学的指標から、日本語の直音と開拗音の性質について簡単に検証を行った。対象としたデータが、カ行／キャ行、タ行／チャ行に限られるため、日本語全体における結論を述べることはできないが、これらの対象に限れば、日本語の開拗音キャ行は子音連鎖[kj] (より正確には [kj]) の性質を持つと考えるのが最も妥当である。また、日本語の破裂音は厳密には閉鎖音であり、また破擦音は破裂音の変異ではなく、閉鎖＋摩擦の子音連鎖である可能性が高い。この結果は、Nogita (2016), Hirayama (2018) の実験結果とも整合性を持つ。

今後の課題としては、他の開拗音でも同様の結果が得られるか調査を行う予定である。また、オ音の特異性などについて、C/D モデルに基づく考察も必要であろう。これらの点については、稿を改めて議論してみたい。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (C) 「日本語音声の調音協調運動に関する総合的研究」(2018 年度～2021 年度、研究代表者：松井理直、課題番号：18K00597)、および国立国語研究所プロジェクト「対照言語学の観点から見た日本語の音声と文法」(プロジェクトリーダー：窪蘭晴夫教授) の援助を受けました。

参考文献

- Browman, Catherine and Goldstein, Louise (1992) Articulatory phonology: an overview. *Phonetica*. 49 (3-4): 155–180.
- Fujimura, Osamu (1992) Phonology and phonetics — a syllable-based model of articulatory organization. *The Acoustical Society of Japan (E)* 13(1): 39–48.
- Fujimura, Osamu (2002) Temporal organization of speech utterance: A C/D model perspective. *Cadernos de Estudos Linguísticos, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas* 43: 9–36.
- 藤村靖 (2007) 『音声科学原論—言語の本質を考える』 岩波書店, 東京.
- 服部四郎 (1954) 『音韻論と正書法』, 研究社, 東京.
- Hirayama, Manami and Vance, Timothy J. (2018) Onset Cy and High Vowel Devoicing in Japanese. *Journal of Japanese Linguistics* 34(1): 103–126.
- 窪蘭晴夫 (1998) 『音韻構造とアクセント』, 研究社, 東京.
- 国立国語研究所 (1990) 『日本語の母音, 子音, 音節—調音運動の実験音声学的研究—』, 秀英出版, 東京.
- 国立国語研究所 (2006) 『日本語話し言葉コーパス』
- 前川喜久雄 (2010) 「日本語有声破裂音における閉鎖調音の弱化」『音声研究』14 (2): 1–15.
- 益子幸江 (2009) 「音声記号」今泉敏 (編) 『言語聴覚士のための音声学・言語学』: 20–36. 医学書院, 東京.

- McCawley, James (1968) *The Phonological Component of a Grammar of Japanese*, Mouton, Hague.
- Nogita, Akitsugu (2016) Arguments that Japanese [Cj]s are complex onsets: durations of Japanese [Cj]s and Russian [Cʲ]s and blocking of Japanese vowel devoicing. *Working Papers of the Linguistics Circle of the University of Victoria* 26(1): 73–99.
- Öhman, S. E. G. (1966) Coarticulation in VCV utterances: spectrographic measurements. *Journal of Acoustical Society of America*, 39, 151–168.
- 斎藤純男 (2006) 『日本語音声学入門』三省堂, 東京.
- Vance, Timothy J. (2008) *The sound of Japanese*. New York: Cambridge University Press.

Author's web site: <http://sils.shoin.ac.jp/~matsui/>

(受付日: 2020 年 12 月 10 日)